Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Short Article
Vol. 36, No. 1, Spring 2022, p. 1-8

Occurrence of Major Viruses in Wheat in Khuzestan Province

M. Hassani[1], M. Lotfipour[2*], M. Ghaseminejad[3], M.H. Tabib[4], M. Baimani[5]

Received: 09-11-2021 Revised: 18-11-2021 Accepted: 14-12-2021 Available Online: 20-06-2022	**How to cite this article:** Hassani, M., Lotfipour, M., Ghaseminejad, M., Tabib, M.H., & Baimani, M. (2022). Occurrence of Major Viruses in Wheat in Khuzestan Province. *Journal of Iranian Plant Protection Research 36*(1): 1-8. (In Persian with English abstract) **DOI:** 10.22067/JPP.2021.73451.1056

Introduction

Dwarfing, yellowing and yellow mosaic are the most common symptoms observed in cereal fields. Various pathogens such as viruses are involved in development of these symptoms. Over 30 different plant viruses are known to infect wheat. Among them, *Wheat dwarf virus* (WDV), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) and *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) are important viral diseases around the world. Little comprehensive information on the distribution of these viruses is available in Khuzestan Province, Iran. This study aimed to determine the occurrence of WDV, BYDV-MAV and WSMV in the major wheat-producing regions in Khuzestan province.

Material and Methods

A survey of wheat fields showing yellowing, dwarfing and mosaic symptoms was conducted during 2020-21 crop season. The six counties in Khuzestan province were covered in the survey include Elhai, Mollasani, Shadegan, Ramhormoz, Shush, and Andimeshk. Plant leaves exhibiting viral disease symptoms were placed separately in plastic bags and quickly transported to the laboratory. Five hundred seventy (570) wheat samples were collected. These samples were tested by Enzyme-linked immune sorbent assay (ELISA) using specific antibodies of WSMV (from Shiraz Virology Research Center), BYDV-MAV (Bioreba, Switzerland) and WDV (DSMZ, Germany).

Results and Discussion

The results showed that three tested viruses were present in Khuzestan province. Among the tested viruses, WDV was the most commonly detected (30% of the 570 wheat samples), followed by BYDV-MAV (29%) and WSMV (5%). WDV was found in all counties except Ramhormoz (Table 1). In Elhai county, 28 of the 53 tested samples were infected with WDV, which was the highest infection ratio (52.8%). Symptoms caused by BYDV-MAV are severe dwarfism and yellowing (Figure 1), and it is impossible to distinguish between WDV and BYDV-MAV viruses. The virus was the most widespread and was found in all counties (Table 1). The infection ratio in the six counties were 35% in Elhai, 27% in Mollasani, 10% in Ramhormoz, 25% in Shush, 11% in Andimeshk and 28% in Shadegan. In Ramhormoz, BYDV-MAV existed only in 8 out of 78 tested samples. Selected plants may be shortened due to lack of physiological factors or maybe infected by other strains of the virus. It is recommended that the occurrence of other virus species, including the dominant BYDV-PAV species, be investigated. The mixed infection with WDV+BYDV-MAV was detected in 9% of tested plants. However, the severity of the plant infection was similar to that of plants infected with any of the viruses. WDV was introduced as the predominant virus in wheat fields infected with yellowing and dwarfism in Khuzestan in 2020-2021. Of course, this does not mean that most of the symptoms dwarfing and yellowing in wheat are related to this virus. Studies in Germany also show that grain infection ratio with WDV and BYDV has been different between different years, so that in 1998-1998 WDV was predominant, while in 2005-2001 BYDV was

1- M.Sc. in Plant Disease, University of Ilam, Ilam, Iran
2- Ph.D. in Plant Virology, University of Shiraz, Shiraz, Iran
(*- Corresponding Author Email: maedeh_lotfipour@yahoo.com)
3- M.Sc. in Agronomy, University of Chamran, Ahvaz, Iran
4- Ph.D. Student in Weed Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
5- M.Sc. in Plant Disease, University of Chamran, Ahvaz, Iran

predominant. WSMV is less common than other viruses. It was not found in Shadegan, Ramhormoz, and Mollasani counties. The highest incidence of the virus was observed in Andimeshk county. 13 of the 111 tested samples were infected with the virus (Table 1). Considering that in recent years corn cultivation has been developed as summer crops in Andimeshk and Dezful counties, the corn plant probably provides suitable conditions for strengthening the source of virus and its vector. As a result, crop damage caused by the virus will increase in these farms. In Khuzestan, wheat is cultivated in December, when the temperature is colder than other seasons, and the conditions for mite activity are not completely favorable, and as a result, the incidence of WSMV is lower. It is possible that cultivated wheat cultivars are resistant to mites. Since a positive correlation has been reported between mite resistance and virus resistance, this may play a role in reducing the incidence of the virus.

Conclusion

In this study, the distribution of major wheat viruses in six counties of the province was first investigated. The results showed that *wheat dwarf virus* and *barley yellow dwarf viruses* infect high percentages of wheat fields. Considering the important of Khuzestan province in the country’s self-sufficiency in wheat production, the available information about these viruses will cause extensive research in the field of virus damage assessment and additional molecular studies to be on the agenda.

Keywords: ELISA, Wheat dwarf virus, Barley yellow dwarf virus, Wheat streak mosaic virus

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله کوتاه پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۸-۱

وقوع ویروس‌های مهم گندم در استان خوزستان

محسن حسنی[۱]- مائده لطفی پور[۲*]- محمد قاسمی نژاد[۳]- محمد حسین طبیب[۴]- مهدی بایمانی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۳

چکیده

بیماری‌های ویروسی در غلات به لحاظ اقتصادی از مهمترین عوامل بیماری‌زای این محصولات به حساب می‌آیند. در این مطالعه وقوع سه ویروس مهم در گندم به نام‌های ویروس کوتولگی گندم (*Wheat dwarf virus*, WDV)، ویـروس کوتـولگی زرد جـو (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV) (گونه‌ی MAV) و ویروس موزائیک مخطط گندم (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) در استان خوزستان مورد بررسـی قـرار گرفت. بدین منظور در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰، از مزارع گندم در شهرستان‌های شادگان، الهایی، ملاثانی، شوش، اندیمشک و رامهرمز نمونه بـرداری صورت گرفت. نمونه‌ها توسط آزمون الایزا (Enzyme-linked immune sorbent assay, ELISA) با آنتی‌بادی‌های اختصاصـی مربـوط بـه هـر ویروس مورد ارزیابی قرار گرفتند. بررسی‌ها نشان داد که از ۵۷۰ نمونه آزمایش شده با علائم کوتولگی، زردی و موزائیک، ۱۷۲ نمونه (۳۰ درصد) آلـوده به WDV، ۱۲۷ نمونه (۲۲ درصد) آلوده به BYDV-MAV و ۲۹ نمونه (۵ درصد) آلوده به WSMV بودند. بدین ترتیب، WDV به عنـوان عامـل اصلی کوتولگی و زردی‌های گندم استان خوزستان معرفی گردید. علاوه بر این، آلودگی مخلوط به دو یا چند ویروس در بین نمونه‌هـا نیـز بررسـی شـد. حضور همزمان دو ویروس WDV و BYDV-MAV در ۹ درصد از نمونه‌ها مشاهده شد، در حالی‌که آلـودگی مخلـوط بـین WSMV وWDV یـا WSMV و BYDV-MAV دیده نشد. این اولین گزارش از بررسی گسترده در مورد فراوانی ویروس‌های ذکر شده در مزارع گندم اسـتان خوزسـتان می‌باشد که نتایج آن زمینه را برای کارهای تکمیلی از جمله تایید مولکولی ویروس‌ها، ارزیابی خسارت آنها و بررسی حساسیت و مقاومت ارقـام مختلـف گندم در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای فراهم خواهد نمود.

واژه‌های کلیدی: الایزا، ویروس کوتولگی گندم، ویروس کوتولگی زرد جو گونه‌ی MAV، ویروس موزائیک مخطط گندم

مقدمه

غلات مهمترین گیاهان غذایی و تأمین کننده‌ی ۷۰ درصد غذای مردم کره‌ی زمین می‌باشند. گندم و برنج روی هـم حـدود ۶۰ درصـد انرژی مورد نیاز بشر را تأمین می‌کنند و بـه طـور کلـی بـیش از سـه چهارم انرژی و یک دوم پروتئین مورد نیاز بشر از غلات بدست می‌آید (Awika, 2011). کوتولگی شدید، زردی و موزائیک از علائم رایج در مزارع غلات می‌باشد. عوامل بیماری‌زای گوناگونی در ظهور و تشـدید این علائم نقش دارند که از این میان، ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (Liu *et al*., 2020). بیش از ۳۰ ویروس گیاهی مختلف می‌توانند گندم را آلوده کنند، با وجـود ایـن در هر منطقه تنها تعداد معدودی از این ویروس‌ها مسئله‌سـاز مـی‌باشـند (Ákos *et al*., 2002).

ویـروس کوتـولگی گنـدم (*Wheat dwarf virus*, WDV) در خیلی از کشـورهای اروپـایی، آسـیایی و آفریقـایی یافـت شـده اسـت

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲- دانش آموخته دکتری ویروس‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: maedeh_lotfipour@yahoo.com)
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۴- دانشجوی دکتری علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

DOI: 10.22067/JPP.2021.73451.1056

(Vacke, 1961; Bendahmane *et al*., 1995; Najar *et al*., 2000; Achon *et al* ., 2006 ; Xie *et al*., 2007). ایـن ویـروس در سوئد و فنلاند بر روی گندم زمستانه نزدیک به ۸۰ درصد خسـارت وارد کرده است و در سال ۱۹۹۹ در آلمان بـه صـورت اپیـدمی درآمـد (Manurung *et al*., 2005; Erlund, 2007). در ایـران، WDV اولین بار از مزارع جو استان خراسـان در سـال ۱۳۸۴ گـزارش شـد و سپس در اغلب مزارع گندم و جو استان‌های ایران یافت شـد (Behjatnia 2011; Lotfipour *et al*., 2013). WDV متعلـق بـه جـنس *Mastrevirus* و خـانواده *Geminiviridae* مـی‌باشـد و در طبیعت توسط زنجرکی به نام *Psammotettix alienus* بـه صـورت پایا و غیـر تکثیـری انتقـال مـی‌یابـد (Manurung *et al*., 2005; Wang *et al*., 2014; Lotfipour *et al*., 2013).

ویـروس کوتـولگی زرد جـو (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV) به عنوان گسترده‌ترین و مخرب‌تـرین بیمـاری کوتـولگی و زردی گندم در جهـان محسوب مـی‌شـود (Chrpová *et al*., 2020; Oswald and Houston 1953; Mathre, 1997). ایـن ویـروس متعلق به جنس *Luteovirus* و خانواده *Luteoviridae* می‌باشـد کـه توسط بیش از ۲۰ گونه شته به صورت پایـا و گردشـی و غیرتکثیـری منتقل می‌شوند (Smith, 1963). BYDV دارای گونه‌هـای مختلفـی می‌باشـد کـه طبـق آخرین طبقـه‌بنـدی توسـط کمیتـه بـین‌المللـی تاکسونومی ویـروس‌هـا ICTV، شـامل گونـه‌هـای BYDV-PAV، BYDV-MAV، BYDV-PAS، ker-II و ker-III مـــی‌باشـــد (Khine *et al*., 2020). اگر چـه گونـه‌ی BYDV-MAV بیشـترین فراوانی را در مناطق گرمسیر دنیـا دارد امـا در اکثـر منـاطق، گونـه‌ی PAV به عنوان غالب تشخیص داده شده است (Afsharifar *et al*., 2004; Jarošová *et al*., 2013; Liu *et al*., 2020). وجـود ایـن ویـروس اولـین بـار در سال ۱۳۶۹ از مـزارع اسـتان‌هـای فـارس، چهارمحال بختیاری و اصفهان گزارش شد و سپس در بیشتر اسـتان-هـای ایـران گـزارش گردیـد (Izadpanah and Lister, 1991; Rastgou *et al*., 2005). در چهارمحال بختیـاری میـزان آلـودگی گندم و جو به گونه‌های PAV و MAV ۲۷ درصد گزارش شده است که در کشت‌های زودهنگـام پـاییزه کـه شـرایط بـرای فعالیـت ناقـل مناسب می‌باشـد تـا ۱۰۰ درصـد خسـارت نیـز گـزارش شـده اسـت (Sahragard *et al*., 2010).

ویـروس موزائیـک مخطـط گنـدم (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) یکی دیگر از ویروسهای رایج در مزارع غـلات دنیـا مـی‌باشـد (Martin, 1978; Singh *et al*., 2018) کـه در طبیعـت توسط کنه‌ی پیچیدگی گندم (*Aceria tosichella*) منتقل می‌شود (Appel *et al*., 2010). این ویروس متعلق بـه جـنس *Potyvirus* و خانواده *Potyviridae* است و اولین بار در سال ۱۳۶۵ از مزارع استان فارس توسط دکتر ایزدپناه شناسایی شد (Foolad and Izedpanah, 1986). WSMV در بیشـتر مـزارع گنـدم کشـور یافـت شـده اسـت (Izadpanah and Kamran, 1995; Masumi *et al*., 2001). در چهار محال بختیاری این ویـروس خسـارت ۲۰ درصـدی را بـر روی گنـدم پـاییزه بـه وجـود آورده اسـت (Sahragard *et al*., 2010). متاسفانه با وجود اهمیت کشـت گنـدم در اسـتان خوزسـتان تـاکنون بررسی جامعی در مورد پراکنش ایـن ویـروس‌هـا در منـاطق مختلـف استان صورت نگرفته است. لذا در این تحقیق بررسی اولیـه در مـورد وضعیت فراوانی این ویروس‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونـه‌بـرداری از مـزارع گنـدم دارای علائـم زردی، کوتـولگی و موزائیک از شهرستان‌هـای الهـایی (Elhai)، ملاثـانی (Mollasani)، شادگان (Shadegan)، رامهرمز (Ramhormoz)، شـوش (Shush) و اندیمشـک (Andimeshk) در سـال زراعـی ۱۳۹۹–۱۴۰۰ صـورت گرفت. نمونه‌ها به صورت جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی قـرار داده شد و به سرعت به آزمایشگاه منتقل گردید. جهت تعیـین آلـودگی در نمونـــه‌هـــا از آزمـــون الایـــزا و بـــا اســـتفاده از آنتـــی‌بـــادی‌هـــای اختصاصی WSMV (تهیه شده از مرکـز تحقیقـات ویـروس‌شناسـی شـیراز)، BYDV-MAV (شـرکت **Bioreba** سـوئیس) و WDV (شرکت DSMZ آلمـان) انجـام شـد (Koenig, 1981). بـرگ‌هـای دارای علائم با استفاده از بافر سیترات آمونیـوم ۰٫۱ مـولار بـا pH=7 عصاره‌گیری شدند و در هـر خانـه از پلیـت الایـزا ۱۰۰ میکرولیتـر از عصاره هر برگ ریخته شد. میزان تغییر رنگ ایجاد شده در ماده زمینه پارا نیترو فنیل فسفات در طول موج ۴۰۵ نانومتر با استفاده از دسـتگاه الایـزا خـوان (MR700 Dynatech Microplate reader) انـدازه گیری شد. نمونه‌هایی که میزان جذب آنها از مقـدار X+3SD (X = میانگین میزان جذب نمونه‌هـای گیـاه سـالم و SD = انحـراف معیـار میزان جذب نمونه‌های گیاه سالم) بیشتر بود به عنوان نمونه‌های آلوده ارزیابی گردیدند.

نتایج و بحث

با توجه به اهمیت ویروس‌های گندم در جهـان از جملـه ایـران و نبود اطلاعات نسبتا" جامع از فراوانی آنهـا در اسـتان خوزسـتان ایـن مطالعه برای نخستین بار در این استان صورت گرفت. در این پژوهش از تعداد ۵۷۰ نمونه که از مزارع گنـدم بـا علائـم کوتـولگی، زردی، و موزائیک جمع آوری شده بود به ترتیب ۳۰ درصد از نمونه‌ها آلوده بـه WDV، ۲۹ درصد آلوده به BYDV-MAV، و ۵ درصد آلـودگی بـه WSMV را نشان دادند.

جدول ۱- تعداد گیاهان آزمایش شده و آلوده به ویروس‌های گندم (ویروس کوتولگی گندم، ویروس کوتولگی زرد جو-گونه‌ی MAV، و ویروس موزائیک مخطط گندم) از مناطق مختلف استان خوزستان

Table 1- Number of tested and infected plants with the wheat viruses (*Wheat dwarf virus*, WDV; *Barley yellow dwarf virus*-MAV, BYDV-MAV; *Wheat streak mosaic virus*, WSMV) from different regions of Khuzestan province.

شهرستان **Counties**	تعداد گیاهان آلوده با **Number of infected plant with**				
	ویروس کوتولگی گندم **WDV**	ویروس کوتولگی زرد جو-گونه‌ی MAV- **BYDV-MAV**	ویروس کوتولگی زرد جو-گونه‌ی MAV و ویروس کوتولگی گندم **BYDV-MAV and WDV**	ویروس موزائیک مخطط گندم **WSMV**	گیاهان آزمایش شده **Tested plant**
الهایی Elhai	28	19	8	4	53
ملاثانی Mollasani	17	13	7	-	47
رامهرمز Ramhormoz	-	8	-	-	78
شوش Shush	41	35	14	12	138
اندیمشک Andimeshk	33	12	13	13	111
شادگان Shadegan	53	40	11	-	143
جمع کل Total	172	127	53	29	570
درصد آلودگی Infection rate (%)	30%	22%	9%	5%	-



شکل ۱- علائم کوتولگی و زردی برگ‌ها بر روی گیاه گندم آلوده به ویروس کوتولگی گندم در شهرستان ملاثانی (الف)، علائم کوتولگی شدید و زردی برگ‌ها بر روی گیاه گندم آلوده به ویروس کوتولگی زرد جو گونه‌ی MAV در شهرستان شادگان (ب) و علائم موزائیک مخطط در پهنک برگ‌های آلوده به ویروس موزائیک مخطط گندم در شهرستان شوش (ج)

Figure 1- Dwarfing and yellowing symptoms in wheat plant infected by *Wheat dwarf virus* (WDV) in Mollasani (A), severe dwarfing and yellowing of wheat plant infected with *Barley yellow dwarf virus*-MAV (BYDV-MAV) in Shadegan (B) and striated mosaic symptoms in wheat leaf due to infection with *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) in Shush (C)

در همه شهرستان‌ها به جز رامهرمز آلودگی به WDV دیده شد. شهرستان الهایی بیشترین میزان آلودگی به WDV را نسبت به تعداد نمونه‌ی آزمایش شده داشت. در این شهرستان تعداد ۲۸ نمونه از ۵۳ نمونه آزمایش شده با آزمون الایزا نتیجه مثبت را نشان دادهاند (جدول ۱). علائم اصلی مشاهده شده در مزارعی که در پائیز کشت شده بودند و به WDV آلوده بودند به صورت کوتولگی شدید بود (شکل ۱). همچنین در بعضی از نمونه‌های آلوده گندم و جو که در بهار کشت شده بودند تنها علائم زردی و موزائیک بدون کوتولگی مشاهده شد. مطالعات نشان داد که بوته‌های گندم زمستانه که در پائیز آلوده می‌شوند بسیار کوتاه شده و در بهار می‌میرند. اما بوته‌هایی که در بهار و تابستان آلوده می‌شوند کمتر کوتوله شده و بیشتر عقیم شدن بذر و کاهش خوشه‌دهی در آنها مشاهده می‌شود (Achon *et al.*, 2006).

این ویروس گیاهان جو، یولاف و بسیاری از علف هرز گونه‌های جنس *Avena* و *Bromus* را نیز آلوده می‌کند. در ایران نیز -WDV W در علف‌های هرز مختلف مانند *Bromus commutatum* (Schrad.) Palisot de Beauvois، *Hordeum murinium* (L.)، *Avena fatua* (L.) و *Cynodon dactylon* (L.) Pers. گزارش شده است (Parizipour *et al.*, 2016). در بیشتر مزارع استان که آلوده به WDV بودند یولاف و علف هرز گونه‌های جنس *Bromus* دیده شد که می‌تواند محل زمستان‌گذرانی ناقلین ویروس باشد. وجود ناقل *Psommatettix alineus* در خوزستان قبلا" گزارش شده است (Parizipour *et al.*, 2018). این زنجرک در دمای زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد فعالیت بسیار کمی دارد و بیشترین راندمان انتقال و فعالیت آن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است که گندم نیز در استان خوزستان در این دما رشد می‌کند (Lotfipour *et al.*, 2013). بنابراین با توجه به شرایط اکولوژیکی مناسب برای فعالیت ناقل، وجود علف‌های هرز حاوی ویروس، و کشت رقم‌های حساس به بیماری این احتمال وجود دارد که در آینده شاهد گسترش این ویروس در استان باشیم. در این بررسی علائم بارز BYDV-MAV به صورت کوتولگی شدید و زردی مشاهده شد (شکل ۱) و تفکیک دو ویروس WDV و BYDV از روی علائم غیر ممکن بود. BYDV-MAV در همه‌ی شهرستان‌های نمونه‌برداری شده یافت شد (جدول ۱). درصد آلودگی به این ویروس در شهرستان‌های الهایی ۳۵ درصد، ملاثانی ۲۷ درصد، شوش ۲۵ درصد، اندیمشک ۱۱ درصد و شادگان ۲۸ درصد مشاهده شد. در رامهرمز ۱۰ درصد از نمونه‌ها به ویروس آلوده بودند (تعداد ۸ نمونه از ۷۸ نمونه بررسی شده توسط الایزا مثبت شدند) و کمترین میزان آلودگی گزارش شد. این احتمال وجود دارد که علائم کوتولگی مشاهده شده در گیاهان انتخاب شده در این بررسی، ناشی از عوارض فیزیولوژیکی همانند کمبود برخی عناصر غذایی و یا وجود ویروس‌های دیگر یا گونه‌های دیگر این ویروس باشد. لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیق‌های جامع‌تر فراوانی گونه‌های دیگر ویروس مورد بررسی قرار گیرد. پژوهش‌های انجام شده توسط افشاریفر و همکاران بر روی ویروس‌های کوتولگی زرد جو (BYDVs) و کوتولگی زرد غلات (*Cereal yellow dwarf virus*, CYDV) نشان داده است که این ویروس‌ها در بیشتر مناطق ایران وجود دارند و گونه‌ی BYDV-PAV به عنوان گونه‌ی غالب مزارع گزارش شده است (Afsharifar *et al.*, 2004). آلودگی مخلوط به WDV و BYDV-MAV نیز در ۹ درصد از نمونه‌ها مشاهده شد اما از نظر ظاهری شدت آلودگی بوته‌ها شبیه به بوته‌های آلوده به هر یک از ویروس‌ها بود. بررسی‌های صورت گرفته به منظور تعیین پراکنش ویروس‌های عامل کوتولگی و زردی در غلات در طی سال-های ۱۳۸۳–۱۳۸۵ و ۱۳۸۵–۱۳۸۸ نیز وجود آلودگی مخلوط به این دو ویروس را به ترتیب در ۴ درصد و ۲۱ درصد از نمونه‌ها گزارش داده‌اند (Behjatnia *et al.*, 2011). به طور کلی، در این بررسی WDV در سال زراعی ۱۳۹۹–۱۴۰۰ به عنوان ویروس غالب در گندم‌های آلوده به علائم زردی و کوتولگی معرفی می‌گردد. البته به این معنا نیست که بیشتر کوتولگی‌های استان مربوط به این ویروس می‌باشد. زیرا در بررسی‌های انجام شده در کشور آلمان نیز نشان داده شده است که آلودگی غلات به WDV و BYDV در بین سال‌های مختلف متفاوت بوده است به طوری که در سال‌های ۲۰۰۰–۱۹۹۸، ویروس کوتولگی گندم غالب بوده در حالیکه در سال‌های ۲۰۰۱–۲۰۰۵، ویروس کوتولگی زرد جو غالب بوده است (Rabenstein *et al.*, 2005).

علائم بیماری موزائیک مخطط گندم بسته به نژاد ویروس، زمان آلودگی و شرایط محیطی متفاوت است. مهمترین آنها شامل بدشکلی پهنک برگ‌ها، موزائیک، توقف رشد و لاغری خوشه‌ها است (Hadi *et al.*, 2011). در پهنک برگ گیاهانی که در پاییز آلوده شده بودند رگه‌های زرد مایل به سبز کم رنگ و به صورت ناموازی دیده شد (شکل ۱)، اما در بیشتر گیاهانی که در بهار علائم خفیفی از موزائیک را داشتند نتایج منفی مشاهده شد. با گرم شدن دمای محیط رشد بوته های آلوده متوقف شده و قسمتی از خوشه‌های تشکیل شده نیز نابارور بودند. WSMV در مقایسه با دیگر ویروس‌ها وقوع کمتری داشت و در شهرستان‌های شادگان، رامهرمز و ملاثانی یافت نشد. اگرچه آلودگی مخلوط WSMV و BYDV در مناطق مختلف ایران گزارش شده است (Rouhani *et al.*, 2015) اما در بین نمونه‌های بررسی شده در این تحقیق آلودگی مخلوط ویروس موزائیک رگه‌ای گندم با ویروس‌های کوتولگی گندم و کوتولگی زردی جو شناسایی نشد. بیشترین وقوع WSMV در شهرستان اندیمشک مشاهده شد به طوریکه تعداد ۱۳ نمونه از ۱۱۱ نمونه‌ی آزمایش شده آلودگی به این ویروس را نشان دادند (جدول ۱). با توجه به اینکه در سال‌های اخیر کشت ذرت به عنوان یک محصول تابستانه در شهرستان‌های اندیمشک و دزفول توسعه پیدا کرده است، این احتمال وجود دارد که

گیاه ذرت شرایط مناسبی را بـرای تقویـت منبـع ویـروس و ناقـل آن فراهم کند (Masumi *et al*., 2001) و به موجـب آن خسـارت ایـن ویروس در مزارع گندم در این نواحی بیشتر شود. در خوزسـتان گنـدم در اواسط آذر کشت می‌شود که دمای هوا در مقایسه با دیگـر فصـول سال سردتر می‌باشد و شرایط برای فعالیت کنه کاملا مساعد نیست و در نتیجه وقوع WSMV کمتر دیده شده اسـت. از طـرف دیگـر ایـن امکان وجود دارد که ارقام گندم کشت شده بـه کنـه مقـاوم باشـند و چون بین مقاومت به کنه و مقاومـت بـه ویـروس همبسـتگی مثبـت گزارش شده است شاید این موضوع نیز یکی دیگر از عوامل شیوع کم این ویروس در استان باشد(Chung *et al*., 2017; Masumi *et al*., 2006).

در این تحقیق برای اولین بار وقوع ویروس‌هـای مهـم گنـدم در شهرستان‌های عمده تولید گندم استان خوزستان بررسـی شـد. نتـایج نشان داد ویروس‌های کوتولگی گندم و کوتـولگی زرد جـو بـا درصـد بالایی مزارع گندم استان را آلوده می‌کنند. با توجه به اهمیـت اسـتان خوزسـتان در خودکفـایی کشـور در تولیـد گنـدم، اطلاعـات موجـود درباره‌ی این ویروس‌ها موجـب مـی‌شـود کـه تحقیقـات گسـترده در زمینه‌ی ارزیابی خسارت ویروس‌ها در استان، بررسـی وضـعیت ارقـام مختلف کشت شده نسبت به آنها، مطالعات اکولوژیکی ناقل در شرایط آب و هوایی خوزستان و مطالعات مولکولی تکمیلی در دستور کار قرار گیرد.

منابع

1-Achon, M.A., Serrano, L., Ratti, C., & Rubies-Autonell, C. (2006). First detection of wheat dwarf virus in barley in Spain associated with an outbreak of barley yellow dwarf. *Journal of Plant Disease 90*(7): 907-976.

2-Afsharifar, A., Masumi, M., Sadeghi, M.S., Yassaie, M., & Esmailzadeh, A. (2004). Barley yellow dwarf virus and Cereal yellow dwarf viruses in Iran. *In: Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress. Tabriz*, p 76. (In Persian with English abstract)

3-Ákos, M., Richard, G., Mária, P., & Péter, F. (2002). Multiple virus infection of wheat in South Hungary. *Cereal Research Communications 30*(3): 329-334.

4-Appel, J.A., DeWolf, E., Bockus, W.W., Todd, T., & Bowden, R.L. (2010). Kansas cooperative plant disease survey report preliminary 2010 Kansas wheat disease loss estimates August 4, 2010.

5-Awika, J.M. (2011). Major cereal grains production and use around the world. In *Advances in cereal science: implications to food processing and health promotion* (pp. 1-13). American Chemical Society.

6-Behjatnia, S.A.A., Afsharifar, A.R., Tahan, V., Motlagh, M.H., Gandomani, O.E., Niazi, A., & Izadpanah, K. (2011). Widespread occurrence and molecular characterization of Wheat dwarf virus in Iran. *Australasian Plant Pathology 40*(1): 12-19.

7-Bendahmane, M., Schalk, H.J., & Gronenborn, B. (1995). Identification and characterization of wheat dwarf virus from France using a rapid method for geminivirus DNA preparation. *Phytopathology 85*(11): 1449-1455.

8-Chrpová, J., Veškrna, O., Palicová, J., & Kundu, J.K. (2020). The evaluation of wheat cultivar resistance and yield loss thresholds in response to barley yellow dwarf virus-PAV infection. *Agriculture 10*(1): 20.

9-Chuang, W.P., Rojas, L.M.A., Khalaf, L.K., Zhang, G., Fritz, A.K., Whitfield, A.E., & Smith, C.M. (2017). Wheat genotypes with combined resistance to wheat curl mite, wheat streak mosaic virus, wheat mosaic virus, and triticum mosaic virus. *Journal of Economic Entomology 110*(2): 711-718.

10-Foolad, P., & Izedpanah, K. (1986). Identification of wheat streak mosaic virus in Iran. *Iran Agricultural Research 5*(2): 73-84.

11-Hadi, B.A.R., Langham, M.A.C., Osborne, L., & Tilmon, K.J. (2011). Wheat streak mosaic virus on wheat: biology and management. *Journal of Integrated Pest Management 2*(1): 1-5.

12-Izadpanah, K., & Lister, R.M. (1991). Identification of barley yellow dwarf virus serotypes in Iran. *In: Proceedings of the 10th Iranian Plant Protection Congress*. *Kerman*. (In Persian with English abstract)

13-Izadpanah, K., & Kamran, R. (1995). Viral diseases of wheat in Eghlid region of Fars. *In: Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress. Karaj, p29.* (In Persian with English abstract)

14-Jarošová, J., Chrpová, J., Šíp, V., & Kundu, J. K. (2013). A comparative study of the Barley yellow dwarf virus species PAV and PAS: distribution, accumulation and host resistance. *Plant Pathology 62*(2): 436-443.

15-Khine, M.O., Michaela, B., Yan, L.I.U., Kundu, J.K., & Wang, X.F. (2020). Molecular diversity of barley yellow dwarf virus-PAV from China and the Czech Republic. *Journal of Integrative Agriculture 19*(11): 2736-2745.

16-Koenig, R. (1981). Indirect ELISA methods for the broad specificity detection of plant viruses. *Journal of General Virology 55*(1): 53-62.

17-Liu, Y., Khine, M.O., Zhang, P., Fu, Y., & Wang, X. (2020). Incidence and distribution of insect-transmitted cereal viruses in wheat in China from 2007 to 2019. *Plant disease 104*(5): 1407-1414.

18- Lotfipour, M., Behjat Nia, A.A., Afshari Far, A.R., & Izadpanah, K.A. (2013). Distribution and partial biological characterization of wheat and barley strains of wheat dwarf virus in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology 49*(1): 17-31.

19-Mathre, D.E. (1997). *Compendium of barley diseases*. D. E. Mathre (Ed.). St. Paul: APS press.
20-Martin, T.J. (1978). Procedures for evaluating wheat streak mosaic virus resistance [Aceria tulipae as insect vector]. *Plant Disease Reporter 62*(2): 1062-1066.
21-Manurung, B., Witsack, W., Mehner, S., Grüntzig, M., & Fuchs, E. (2005). Studies on biology and population dynamics of the leafhopper Psammotettix alienus Dahlb. (Homoptera: Auchenorrhyncha) as vector of Wheat dwarf virus (WDV) in Saxony-Anhalt, Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection* 112: 497-507.
22-Masumi, M., Izadpanah, K., Joukar, L., & Kheradnam, M. (2001). Assessment of losses by wheat streak mosaic virus. *Iranian Journal of Plant Pathology 37*(3-4): 221-232. (In Persian with English abstract)
23-Masumi, M., Zare, M., Rastgar, M., & Izadpanah, K. (2006). Variation of Iranian isolates of wheat streak mosaic virus based on CP-UTR sequence analysis. *In: Proceedings of the 17th Iranian Plant Protection Congress.* Karaj, p 36. (In Persian with English abstract)
24-Najar, A., Makkouk, K.M., Boudhir, H., Othman, F.B., Zarouk, R., Bessai, R., & Kumari, S.G. (2000). Viral diseases of cultivated legume and cereal crops in Tunisia. *Viral Diseases of Cultivated Legume and Cereal Crops in Tunisia* 1000-1010.
25-Oswald, J.W., & Houston, B.E. (1953). The yellow-dwarf virus disease of cereal crops. *Phytopathology 43*(3): 128-136.
26-Parizipour, M.G., Behjatnia, S.A.A., Afsharifar, A., & Izadpanah, K. (2016). Natural hosts and efficiency of leafhopper vector in transmission of Wheat dwarf virus. *Journal of Plant Pathology 98*(3): 483-492.
27-Parizipour, M.H.G., Ramazani, L., & Sardrood, B.P. (2018). Temperature affected transmission, symptom development and accumulation of Wheat dwarf virus. *Plant Protection Science 54*(4): 222-233.
28- Erlund, P. (2007). Experiences of Wheat dwarf virus in Finland 2004-2007. *NJF Report 3*(5): 33.
29-Rabenstein, F., Sukhacheva, E., Habekuß, A., & Schubert, J. (2005). Differentiation of Wheat dwarf virus isolates from wheat, triticale and barley by means of a monoclonal antibody. *In: Proceedings of the X Conference on Viral Diseases of Gramineae in Europe, Louvain-la-Neuve, Belgium*, pp. 12-14.
30-Rastgou, M., Khatabi, B., Kvarnheden, A., & Izadpanah, K. (2005). Relationships of Barley yellow dwarf virus-PAV and Cereal yellow dwarf virus-RPV from Iran with viruses of the family Luteoviridae. *European Journal of Plant Pathology 113*(3): 321-326.
31-Rouhani, S.F., Yassaie, M., & Sharzei, A. (2015). Effects of dual infections of Barley yellow dwarf virus (BYDV-PAV) and Wheat streak mosaic virus (WSMV) on WSMV titer, symptom severity and some yield components of wheat. *Iranian Journal of Plant Pathology 51*(2): 141-161.
32-Sahragard, N., Izadpanah, K., Babaee, G., Eshaghe, R., Afsharifar, A.R., & Masumi, M. (2010). Integrated management of viral diseases of winter wheat in Chahar Mahal va Bakhtiari province. *Iranian Journal of Plant Pathology 46*(2): 135-152.
33- Singh, K., Wegulo, S.N., Skoracka, A., & Kundu, J.K. (2018). Wheat streak mosaic virus: a century old virus with rising importance worldwide. *Molecular Plant Pathology 19*(9): 2193-2206.
34-Smith, H.C. (1963). Aphid species in relation to the transmission of barley yellow dwarf virus in Canada. *New Zealand Journal of Agricultural Research 6*(1): 1-12.
35-Vacke, J. (1961). Wheat dwarf virus disease. *Biologia Plantarum 3*(3): 228-233.
36- Xie, J., Wang, X., Liu, Y., Peng, Y., & Zhou, G. (2007). First report of the occurrence of Wheat dwarf virus in wheat in China. *Plant Disease 91*(1): 111-117.
37-Wang, Y., Mao, Q., Liu, W., Mar, T., Wei, T., Liu, Y., & Wang, X. (2014). Localization and distribution of Wheat dwarf virus in its vector leafhopper, Psammotettix alienus. *Phytopathology 104*(8): 897-904.